

10/671,806  
(16869G-08800US)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月19日

出願番号

Application Number:

特願2003-074811

[ST.10/C]:

[JP2003-074811]

出願人

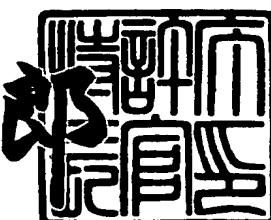
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月16日

特許長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3046710

【書類名】 特許願

【整理番号】 K03000121A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 土井 剛

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 吉田 史

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 霜越 正義

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特2003-074811

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録電流の制御方法及び磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

格納すべき情報を、所定の単位に分割して、磁気ディスク媒体に記録する際に、記録ヘッドのコイルへ通電する記録電流の制御方法において、

前回の記録終了から所定の期間を経過後に記録する場合には、記録を開始するときの記録電流を、記録を終了するときの記録電流より大きくし、

記録開始から所定の期間内に記録する場合には、記録電流を、記録を終了するときの記録電流と、ほぼ等しくすることを特徴とする磁気ディスク装置の記録電流の制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置の記録電流の制御方法において、

記録電流の増減は、オーバーシュートの増減により為される磁気ディスク装置の記録電流の制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置の記録電流の制御方法において、

前記記録開始から所定の期間とは、数十マイクロセカンド乃至 1 ミリセカンドの期間である磁気ディスク装置の記録電流の制御方法。

【請求項 4】

格納すべき情報を、所定の単位に分割して、磁気ディスク媒体に記録する際に、コイルに通電することで記録を行う磁気ヘッドを用いる磁気ディスク装置であって、

前記所定の単位毎にコイルに通電する記録電流の値を設定する機能を有し、一連の記録動作の途中で記録電流を変えて記録を行う磁気ディスク装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の磁気ディスク装置において、前記所定の単位がセクタである磁気ディスク装置。

【請求項 6】

請求項4記載の磁気ディスク装置は、前記記録電流の設定に代え、オーバーシュートを設定する機能を有し、

前記記録電流を変えて記録することは、オーバーシュートを変えることで為される磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ディスク装置に関し、特に、情報の書き込み動作における、記録電流等の制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置は、コンピュータやサーバその他の電子装置に接続され、大容量の外部記憶装置として多用されている。

特に、サーバに接続される磁気ディスク装置は、高速のデータ転送と高信頼性が要求され、データの書き込み周波数や格納容量は増加の一途をたどっている。そして高密度化しつつ所定の環境温度下で、高性能を満足するために、データの書き込みの際に、正しく記録されていることが当然に要求される。

【0003】

磁気ディスク装置がデータその他電子的情報を磁気ディスク媒体に記録する際に最も効果的な事項は、磁気ヘッドと磁気ディスク媒体との距離を小さくすることである。現実には、磁気ヘッドを搭載した磁気スライダの浮上量を可能な限り下げ、磁気ディスク媒体へ接近させることである。

磁気ヘッド又は磁気スライダに抵抗体を形成し、これに通電することで、磁気ヘッド素子を突出させ、磁極先端部と磁気ディスク面との間隙を小さくする技術が特開平5-20635に開示されている。

【0004】

この従来技術を考慮すれば、磁気ヘッドが熱膨張して突出すること（サーマルプロトリュージョン）を予測して、記録ヘッド素子と磁気ディスク媒体面との間のスペーシングの値を決めざるを得ない。つまり、磁気ヘッドの熱膨張、突出が

起こるまでの、書き込み動作の初期段階において、記録ヘッド素子と磁気ディスク媒体間のスペーシングは、熱膨張が所定の段階に至った後よりも、数nm大きくせざるをえない。

従って、記録動作の初期においては、記録能力が不足する場合がある。特に、磁気ディスク媒体の抗磁力（以下、Hcと略記する）が大きい場合には、記録能力が不足する。

#### 【0005】

低温下で書き込みを可能とするため、記録ヘッドに十分大きな記録電流を流すことを開示する技術として、特開平10-334402号に開示の発明がある。また、特開2002-237004号は、温度という環境条件に基づいて記録電流を制御する技術が開示されている。磁気ヘッドのサーマルプロトリュージョンによる熱膨張の示唆はなく、ある温度の閾値を超えた場合に、記録電流を変えている。

#### 【0006】

これらの従来技術では、記録電流の通電による、熱膨張の過渡現象が考慮されていない。また、記録ヘッドのコイルが発熱し、このコイル及びその周辺が熱膨張により変形して、記録ヘッドの浮上環境及び動作環境が変化することを全く認識していない。

本願の発明者らは、①記録動作の初期における記録ヘッドの突出量が小さい間は、書き込み能力が不足すること、一方、②時間が経過し突出量が大きくなると、記録ヘッド素子と磁気ディスク媒体との間のスペーシングが小さくなり、両者が接触するおそれがあること、を見出した。

#### 【0007】

【特許文献1】特開平10-334402号公報

【特許文献2】特開2002-237004号公報

#### 【発明が解決しようとする課題】

トラック幅を細くして、データの格納容量を増やして行くと、データを読む際に、セクタの先頭でエラーが発生するという不具合が発生した。

本願の発明者らは、先頭セクタが正常に書けていないことが、エラー発生の原

因であることを見い出した。

かかる不具合を解消するため、①先頭の数セクタを書くときは記録電流を増加して書き、②その後のセクタを書くときは記録電流を減らす、という操作を行うと良いことが判った。

#### 【0008】

発明者らは次のように原因を推定し課題の解決を図った。

1) 磁気ヘッドが所定のトラックに位置決めされ、目的のセクタが到来して、そのセクタにデータを書き込もうとする際には、未だ、磁気ヘッドの浮上量が高い。だから書き込みが十分でなく、後で読もうとする際にリードエラーが発生する。

2) 目的のセクタへ磁気ヘッドが到達した瞬間から磁気ヘッドへ記録電流を通電し始めると、浮上量が高いものの、目的のセクタから記録を開始する。目的のセクタから数セクタ経過する頃には、記録電流を流すことで磁気ヘッドの書き込みコイル及びその周辺が加熱され、磁気ヘッドが熱膨張して、磁気ヘッドの浮上量が下がる。すると、目的のセクタから数セクタ経過した後からは正常に記録が行われる。

#### 【0009】

従って対応策として、

3) 記録電流を多めに設定して書き込みコイルに通電し、磁気ヘッドの書き込みコイル及びその周辺を加熱し、磁気ヘッドの浮上量を下げると同時に本来の記録動作を行う。

4) より具体的には、目的のセクタから記録を開始する際に、記録電流を多めに設定して、より強い磁界で記録を開始し、コイルを加熱しつつ、所定のセクタ又は時間を経過したら、記録電流を減らすのが現実的である。

5) 書き始めの浮上量に合わせて通常の記録電流を高めに設定しておき、目的のセクタから記録を開始する際には、その記録電流で記録を開始し、所定のセクタ又は時間を経過したら、記録電流を減じても良い。

#### 【0010】

温度環境が変動しても、安定した記録動作を行える磁気ディスク装置、特に、

磁気ヘッドのサーマルプロトリュージョンによる悪影響を少なくした信頼性の高い磁気ディスク装置は、これまで実現されていなかった。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

①記録電流又はオーバーシュートの増減を、情報の記録単位で制御する手段・機能を設ける。つまり、情報の記録単位で書き込み能力を増減させる。

情報の記録単位とは、情報をある大きさに分割して記録する際の、それぞれ、分割した記録部分の大きさをいい、例えば、セクタが該当する。

②通常の記録電流又はオーバーシュートは、小さく設定しても良い。そして、記録の初期に記録電流又はオーバーシュートを増加させて記録を行う。所定のセクタの記録が済んだら、記録電流又はオーバーシュートを減少させる。

③通常の記録電流又はオーバーシュートは、大きく設定しても良い。そして、記録の後期に記録電流又はオーバーシュートを減少させて記録を行う。所定のセクタの記録が済んだら、記録電流又はオーバーシュートを減少させる。

④記録電流又はオーバーシュートを増減するか否か、閾値手段・機能を設ける。所定の期間、記録動作が行われない場合には、当該期間の終了の際、つまり、記録電流の最初の通電の際に、記録電流又はオーバーシュートを増加し、その後、記録電流又はオーバーシュートを減少させる。または最初から記録電流又はオーバーシュートを増加しておき、その後、減少させてもよい。

⑤上記の諸機能において、記録電流及びオーバーシュート量の双方を増減しても良い。

上記の諸機能を使うことにより、サーマルプロトリュージョンによる記録能力の過渡現象を抑制でき、情報の記録を正確に行える。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて説明する。

図6、図7及び図8に関して、102は磁気ディスク媒体、1001はスピンドルモーター、101は磁気ヘッド、103はアクチュエーター、104は位置決め回路、105は増幅器、106は記録信号、107はデータ再生回路、10

8は記録回路、109はコントローラ、110は上位機種、111は位置制御信号、112は再生信号、201はサーボ部位置信号検出回路、202はデータ部位置信号検出回路、204はD/A変換回路、205は操作量設定回路、206はマイクロプロセッサ、1002はヘッドアームその他の磁気ヘッド支持機構、1004は密閉された筐体である。図8では筐体1004の一主面の図示しないカバーを取り去って内部が見える状態を示している。

#### 【0013】

情報を磁気的に記録するための磁気ディスク装置は、通常は、複数の記録面を有する。尚、本発明は1つの記録面であっても適用可能である。

この磁気ディスク媒体102は、スピンドルモーター1001により一定の回転数で回転する。この磁気ディスク媒体102に対向して配置される磁気ヘッド101は、位置情報を検出する。磁気ヘッド101を所望の位置に位置決めするための位置情報は、磁気ヘッド101により再生され、位置信号検出回路部201及びデータ部位置信号検出回路202を介してマイクロプロセッサ206に送られる。つまり、コントローラ109から指示された目標位置、並びに、位置信号検出回路部201及び202からの位置信号が、マイクロプロセッサ206に送られる。

磁気ディスク装置のマイクロプロセッサ206は、磁気ヘッド101を、磁気ディスク媒体102上に設けられたトラックに追従するよう、フォロイング制御機能により制御する。

#### 【0014】

図1は、本発明に係る実施の態様の概略を説明するフローチャートである。

磁気ディスク装置のコントローラ109は、上位機種110からの書き込み命令を認識して、記録電流又はオーバーシュートを増加させ、所定の制御下、記録動作を行う。所定数の記録単位に記録を終了すると、記録電流又はオーバーシュートを減少させ、記録を継続する。必要とする情報の記録が完了すると、記録動作を終了する。

書き込み命令を受けてから、情報の記録を完了するまでが、一連の記録動作となっている。

磁気ヘッド101のうち記録ヘッドの記録電流は、図7の記録回路108により制御される。記録回路108（プリアンプ）のレジスタ値を、コントローラ109から設定することで、記録電流の値、オーバーシュートの分量を制御できる。

### 【0015】

図2は、所定の制御下における記録動作を説明するための概念図である。

上位機種110から磁気ディスク装置へ転送されて来た情報は、磁気ディスク装置内部の電子回路で所定の変換処理を受けた後、1又は2以上の記録単位、例えば、セクタに記録される。

記録の際には、図2の従来例に示すように、一定の実効値の記録電流を記録ヘッドのコイルに通電することで行って来た。トラック幅が十分に広く、記録電流に用いられる高調波の周波数が低いときは、記録能力の過渡現象は、問題とならなかった。

しかし、高密度記録を実現すべく、トラック幅を狭め、高調波の周波数を高くすると、情報を記録すべきセクタのうち、先頭セクタで記録動作が十分でないことが発明者らにより見い出された。

### 【0016】

図2の実施例に示すように、記録動作の初期に記録電流を増加する制御を行う。この結果、先頭セクタにおいても記録が十分なされ、情報の高密度記録を実現することができた。

なお、横軸は時間軸であり、記録開始から記録終了まで、数十マイクロセカンド乃至1ミリセカンドを要している。記録動作の初期とは、例えば、記録開始から数十マイクロセカンドの時間をいう。

### 【0017】

この制御は、図6や図7に示した、磁気ディスク装置の電子回路により行っても良いし、上位機種110により行っても良い。電子回路は、全部又は一部がIC、LSIその他の集積回路で実現されている。

記録電流の増減は、オーバーシュートの分量の増減によっても行うことができる。図2、図3に示す「記録電流」には、オーバーシュートの増減による記録電

流の増減も含まれる。

#### 【0018】

磁気ヘッド101のうち記録ヘッドのコイルに通じる記録電流は、より詳細には、オーバーシュートやアンダーシュートを含む高周波アナログ電流である。所定のプリアンプを用意し、オーバーシュート（アンダーシュート）は、これらのプリアンプの所定のレジスタ値を設定することで、セクタ毎に異なるオーバーシュートとすることができます。また、高周波の実効値を増減すれば記録電流を増減することとなり、実効値の増減もレジスタの値を設定することにより行われる。

このように一連の記録動作中に任意のタイミングで命令を出すことにより、記録能力を調節できる。

#### 【0019】

上位機種110からの書き込み命令を受けて、ある量の情報を1又は複数のセクタに記録する、という磁気ディスク装置の一連の記録動作には、信頼性を考慮しつつ、この制御技術を組み込む必要がある。

そこで磁気ディスク装置の電子回路に、時間測定に用いるタイマーと、書き込み処理の中断回数の測定に用いるカウンタとを設ける（いずれも図示しない。）

#### 【0020】

図3は、図2を具体化したものである。

前回の記録動作完了から新たに書き込み命令を受領するまでが、記録休止時間である。記録電流として断続的な矩形波が示されているが、各矩形波が一のセクタへの記録電流に相当している。

実際には、書き込み命令を実行しているときでも、割り込み処理により、書き込み命令が中断している（従来例）。これは、磁気ディスク媒体上のトラックで、位置情報を表わすサーボ部分や、情報の分割箇所を表すシンク部分を、記録動作によって破壊しないためである。従来例では、既に述べた理由で、記録能力の過渡現象は問題とならなかった。

#### 【0021】

本願の磁気ディスク装置（実施例）では、書き込み命令が終了してから、次の

書き込み命令が来るまでの時間を、上記のタイマーで計測している。

計測した時間が所定の閾値（例えば、1ミリ秒）を超えると、次の書き込みの際には記録電流を増加するように設定する。この設定の時点で、時間の計測は止めてしまってもよい。このタイマーが動作しているか否かにより、記録中断の状態との区別ができる。かかる制御を行うと、記録能力の過渡現象に影響を受けない記録電流の制御が可能となる。

#### 【0022】

本願の磁気ディスク装置（実施例）では、記録中断の回数を上記のカウンタで計数している。

この回数が所定の値（例えば、10回）を超えた場合に、それまで用いていた記録電流を減少させる。元の記録電流の値に戻すよう設定しても良い。

この時点で、記録中断の回数の計数を止め、カウンタをリセットする。

#### 【0023】

以上のような機能を、磁気ディスク装置の電子回路に設けておき、書き込み命令の受領後、以前の記録終了から所定の時間（例えば、1ミリ秒）経っていれば、記録電流を増加して書き込み命令を実行する。このような制御は、記録電流の減少を1段階で行う実施例である。

#### 【0024】

記録中断の回数に応じて、複数段階で、記録電流を増減させても良い（記録電流の多段制御）。

この一連の記録動作（図1）を、磁気ヘッド101毎に設定すれば、複数の磁気ヘッド101を有する磁気ディスク装置において、熱膨張時間の磁気ヘッド101の個体差を吸収できる。

#### 【0025】

また、記録電流の初期値を最初から増加させて設定しておき、所定時間の経過又は所定数のセクタに記録し終えた段階で、記録電流を減少させるという方法でも同等の効果を奏することができる。この場合も、記録電流の増減には、オーバーシュートの増減を含む。

図4に、記録動作の初期において、記録電流又はオーバーシュート（以下、記

録電流等と略記する)を増加させる制御方法のフローチャートを示す。

前回の書き込み命令終了(401)から、所定の記録休止時間を計測(403)するうちに、書き込み命令を受領し、所定の記録電流等の初期値 $I_0$ を設定する(405)。

#### 【0026】

記録休止時間が設定値より大きい(407)と、記録電流等を増加し(409)、記録を開始する(411)。

記録中断の回数をカウンタで計数しながら(413)、回数が設定値を超えると(415)、初期値 $I_0$ の電流値へ減じて記録を継続する(417)。407で記録休止時間が設定値より小さいときにも、初期値 $I_0$ で記録を継続する(417)。

415で回数が設定値より大きくないとき、記録を継続する(411)。

所定量の情報を記録すれば、一連の記録動作を完了する(419)。

#### 【0027】

なお、オーバーシュートを情報の記録単位で制御することにより、記録能力の過渡現象に由来する記録の不足を補うことができる。

また、記録中断をカウンタで計数して記録電流等の増減を制御する代わりに、記録開始からタイマーで所定時間の経過後に記録電流等を増減しても良い。

#### 【0028】

図5に、記録動作の後期において、記録電流等を減少させる制御方法のフローチャートを示す。

前回の書き込み命令終了(401)から、所定の記録休止時間を計測(403)するうちに、書き込み命令を受領し、所定の記録電流等の初期値 $I_0$ を設定する(405)。この初期値は図4の初期値より大きい。

#### 【0029】

記録休止時間が設定値より大きい(407)と、記録を開始する(411)。

記録中断の回数をカウンタで計数しながら(413)、回数が設定値を超えると(415)、初期値 $I_0$ の記録電流等の値を減少して記録を継続する(417)。407で記録休止時間が設定値より小さいときにも、初期値 $I_0$ の記録電流

等の値を減少して記録を継続する（417）。

【0030】

415で回数が設定値より大きくないとき、記録を継続する（411）。

所定量の情報を記録すれば、一連の記録動作を完了する（419）。

また、記録中断をカウンタで計数して記録電流等の増減を制御する代わりに、記録開始からタイマーで所定時間の経過後に記録電流等を増減しても良い。

【0031】

【発明の効果】

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る実施の態様の概略を説明するフローチャートである。

【図2】

所定の制御下における記録動作を説明するための概念図である。

【図3】

図2を具体化したものである。

【図4】

記録電流等の初期値を低く設定した場合の制御方法のフローチャートを示す。

【図5】

記録電流等の初期値を高く設定した場合の制御方法のフローチャートを示す。

【図6】

本発明を適用した磁気ディスク装置の位置決め系の一例を示すブロック図である。

【図7】

図6の例における装置全体のブロック図である。

【図8】

磁気ディスク装置の全体構成の一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

405……書き込み命令の認識、記録電流等の初期値  $I_0$  の設定

417……初期値  $I_0$  で（図4）、又は、記録電流等を減少して（図5）、

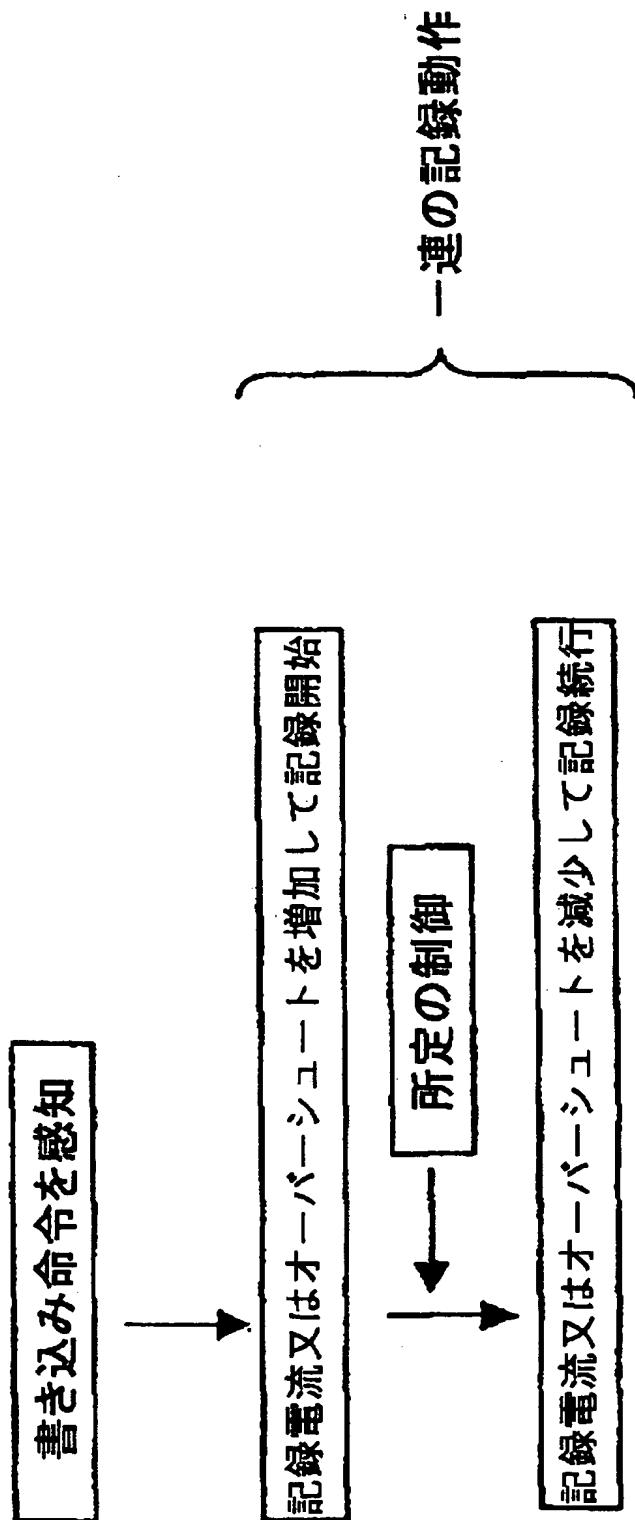
特2003-074811

記録を継続

【書類名】 図面

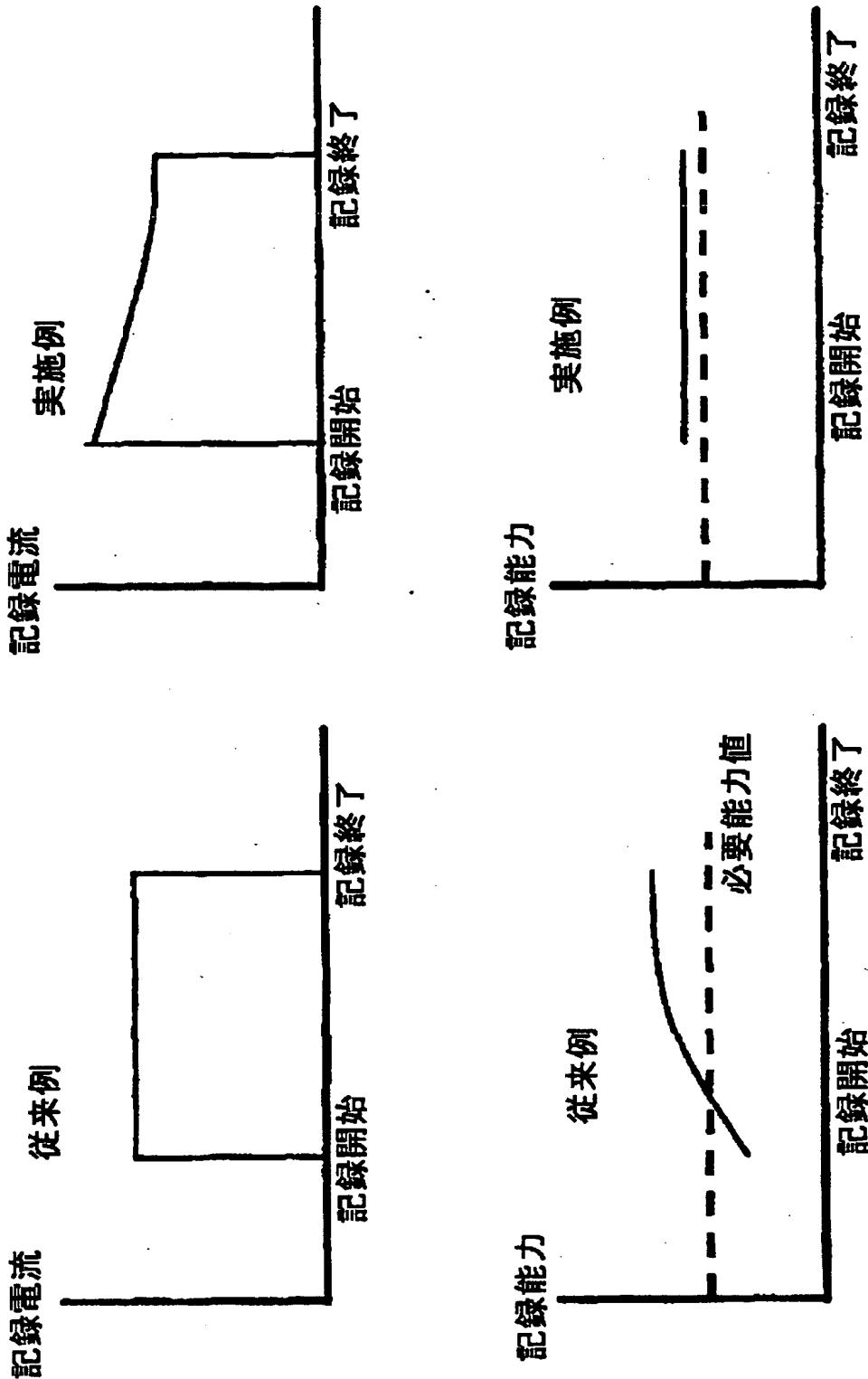
【図1】

図1

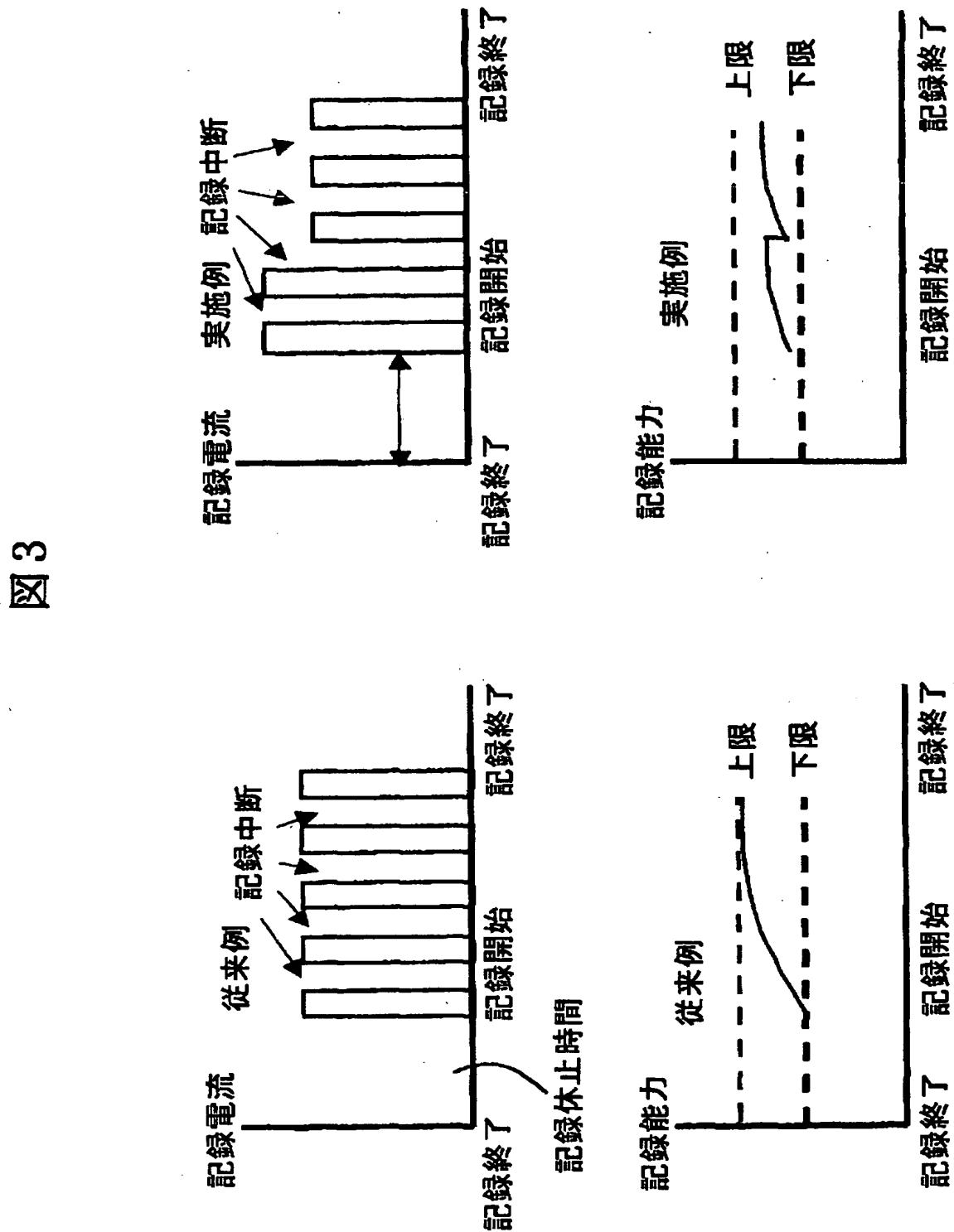


【図2】

図2



### 【図3】



【図4】

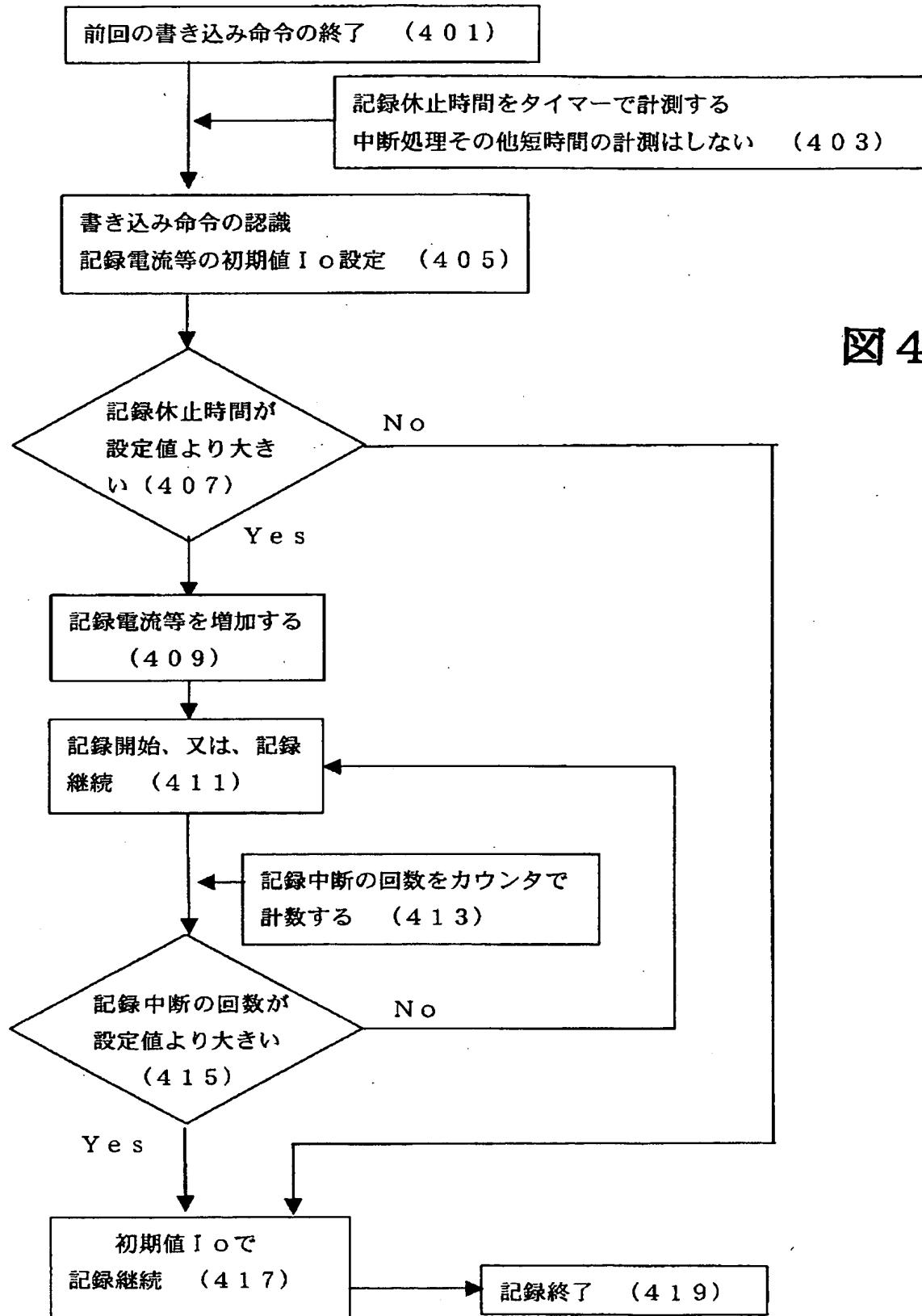


図4

【図5】

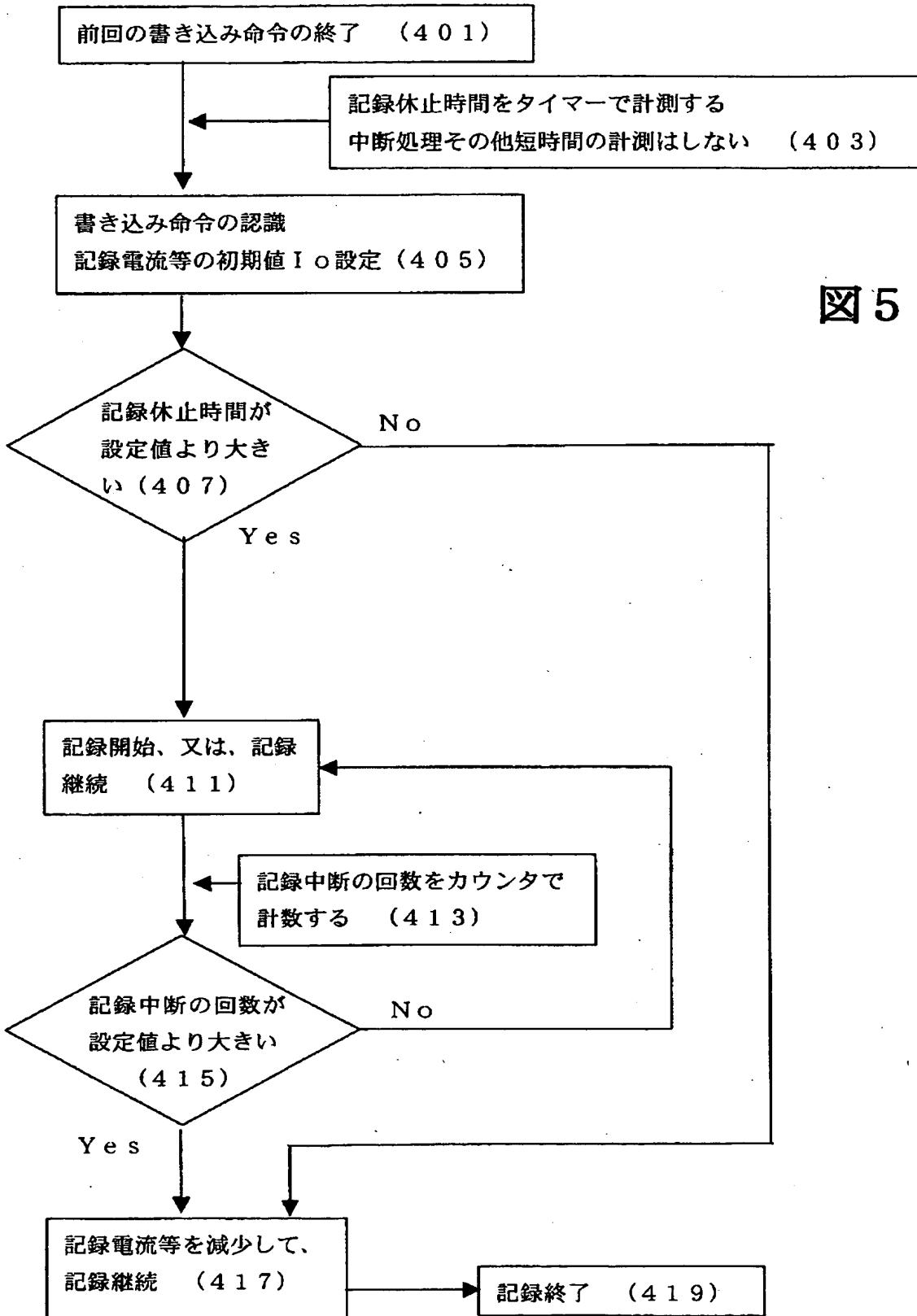
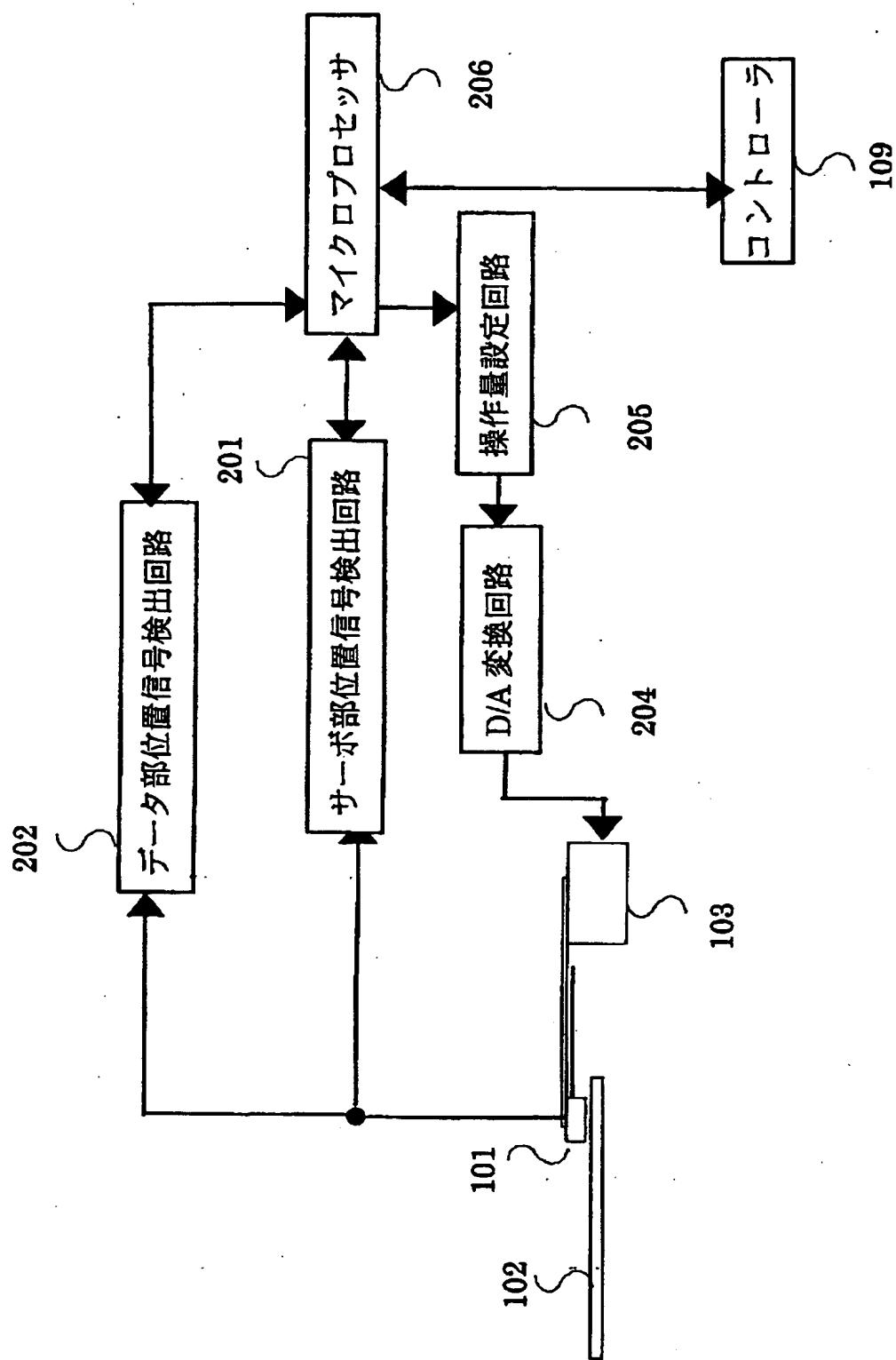


図5

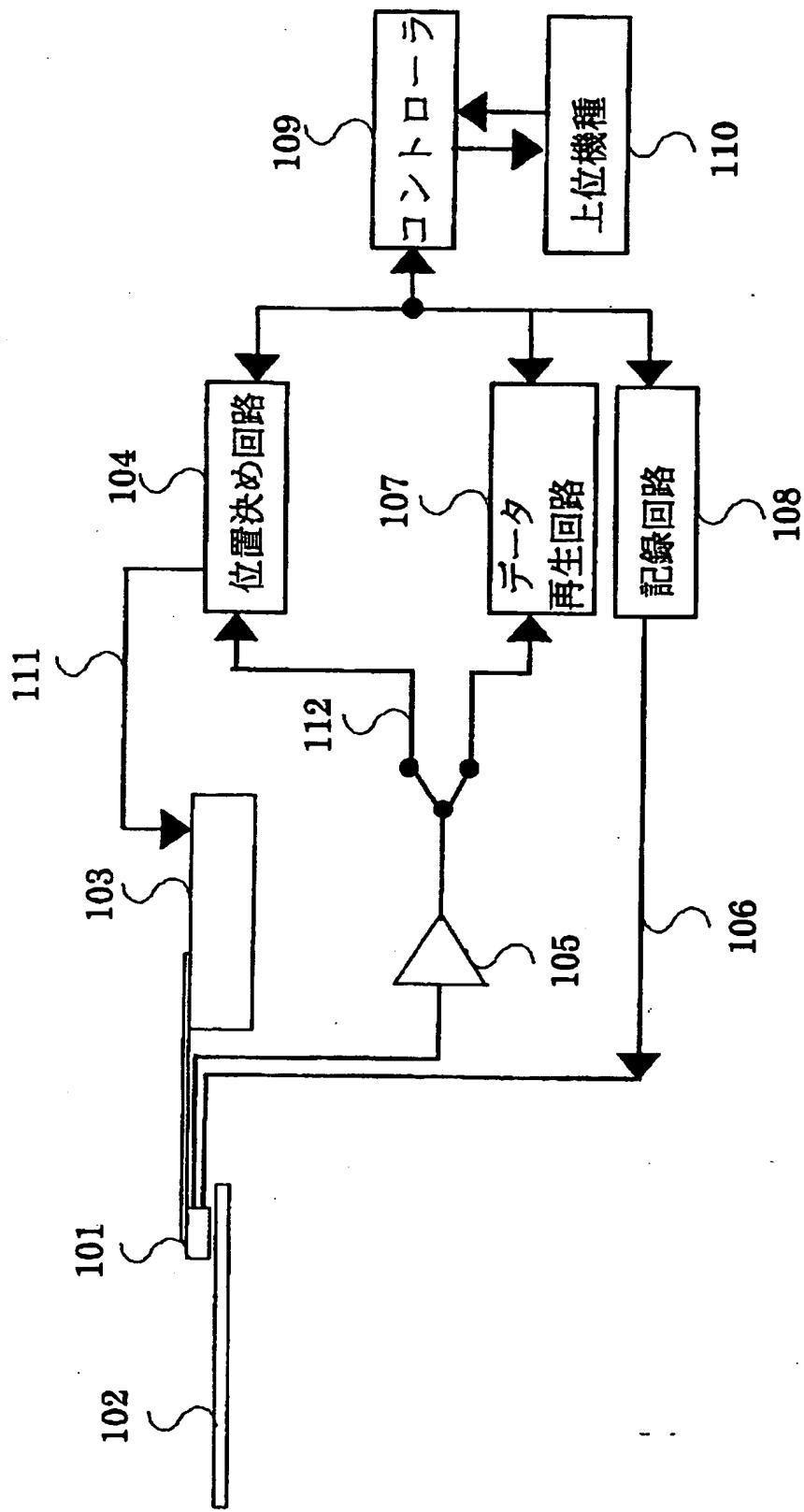
図6

【図6】



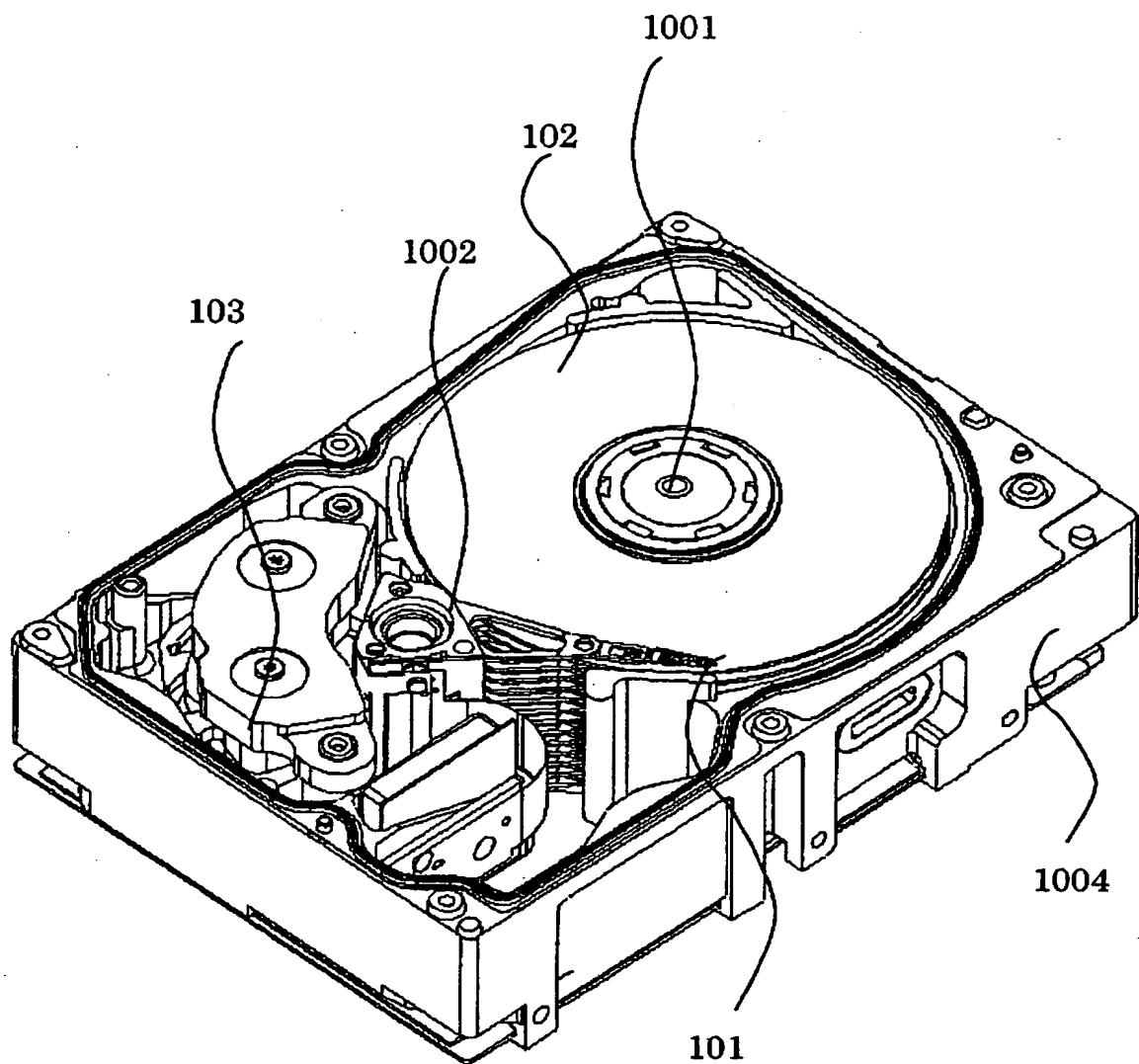
【図7】

図7



【図8】

図8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

磁気ディスク装置において、記録ヘッドのコイルで発生する熱により、記録素子及びその周辺が熱膨張する。この熱膨張の過渡現象は、記録能力の過渡現象となり、記録動作の初期に、記録不良が生じるおそれがある。

【解決手段】

一連の記録動作の間、記録ヘッドに通電する記録電流、そのオーバーシュート量、又は、これら両者をセクタ単位で増減させる機能を設ける。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-074811
受付番号	50300445535
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 3月20日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 3月19日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所